

PABRIK PLASTER OF PARIS DARI GYPSUM DENGAN PROSES KALSINASI

PRA RENCANA PABRIK



Oleh:

LINA DHARMAWATI
NPM: 0831010003

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
2012**

PABRIK PLASTER OF PARIS DARI GYPSUM DENGAN PROSES GRANULASI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana
Program Studi Teknik Kimia

Oleh :

LINA DHARMAWATI
NPM: 0831010003

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JATIM
SURABAYA
2012

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK

PABRIK PLASTER OF PARIS DARI GYPSUM DENGAN PROSES KALSINASI

Oleh :

LINA DHARMAWATI
NPM: 0831010003

Surabaya, 28 Mei 2012

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Pra Rencana Pabrik I tahun 2011/2012

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Ir. C. Pujiastuti, MT
NIP. 19630305 198803 2 001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Cement Retarder dari Gypsum dengan Proses Kalsinasi”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan kesarjanaan di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional Surabaya.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Cement Retarder dari Gypsum dengan Proses Kalsinasi” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literatur , data-data , majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT
Selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT
Selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Caecelia Pujiastuti, MT
selaku dosen pembimbing.

4. Dosen Program Studi Teknik Kimia , FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur.
5. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia , FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur.
6. Kedua orangtua kami yang selalu mendoakan kami.
7. Semua pihak yang telah membantu , memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun penyusun harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri jurusan Teknik Kimia.

Surabaya , Juni 2012

Penyusun,

INTISARI

Perencanaan pabrik Cement Retarder ini diharapkan dapat berproduksi dengan kapasitas 160.000 ton/tahun dalam bentuk padat. Pabrik beroperasi secara kontinyu berjalan selama 24 jam tiap hari dan 330 hari kerja dalam setahun.

Industri Cement Retarder di Indonesia mempunyai perkembangan yang stabil, dengan meningkatnya kebutuhan Cement Retarder. Semakin meningkatnya pertumbuhan konstruksi juga akan menyebabkan kebutuhan bahan baku cement retarder semakin meningkat dimana cement ini merupakan salah satu komponen dalam pembuatan beton. Secara singkat, uraian proses dari pabrik cement retarder sebagai berikut :

Pendirian pabrik berlokasi di Kabupaten Tuban, Jawa Timur dengan ketentuan :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas
Sistem Organisasi	: Garis dan Staff
Jumlah Karyawan	: 140 orang
Sistem Operasi	: Kontinyu
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun ; 24 jam/hari

Analisa Ekonomi :

* Massa Konstruksi	: 2 Tahun
* Umur Pabrik	: 10 Tahun
* Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp 195.310.340.976,86
* Working Capital Investment (WCI)	: Rp 5.538.024.254,60
* Total Capital Investment (TCI)	: Rp 200.848.365.231,46

* Biaya Bahan Baku (1 tahun)	: Rp 50.814.810.050,18
* Biaya Utilitas (1 tahun)	: Rp 95.518.520.130,13
- Steam	= 11599,4019 kg/jam
- Air pendingin	= 876,0965 m ³ /hari
- Listrik	= 667,1421 kWh/jam
- Bahan Bakar	= 78,7894 liter/jam
* Biaya Produksi Total (Total Production Cost)	: Rp 221.257.038.849,18
* Hasil Penjualan Produk (Sale Income)	: Rp 296.000.000.000,00
* Bunga Bank (Kredit Investasi Bank Mandiri)	: 14%
* Internal Rate of Return	: 28,99%
* Rate On Investment	: 42,82%
* Pay Out Periode	: 3,39 = 4 tahun
* Break Even Point (BEP)	: 36,83%

DAFTAR TABEL

Tabel VII.1. Instrumentasi pada Pabrik	VII - 5
Tabel VII.2. Jenis Dan Jumlah Fire – Extinguisher	VII - 7
Tabel VIII.2.1. Baku mutu air baku harian	VIII-7
Tabel VIII.2.3. Karakteristik Air boiler dan Air pendingin	VIII-9
Tabel VIII.4.1. Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses Dan Utilitas	VIII-60
Tabel VIII.4.2. Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan Ruang Pabrik Dan Daerah Proses	VIII-62
Tabel IX.1. Pembagian Luas Pabrik	IX - 8
Tabel X.1. Jadwal Kerja Karyawan Proses	X - 11
Tabel X.2. Perincian Jumlah Tenaga Kerja	X - 13
Tabel XI.4.A. Hubungan kapasitas produksi dan biaya produksi ...	XI - 8
Tabel XI.4.B. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal sendiri	XI - 9
Tabel XI.4.C. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal pinjaman	XI - 9
Tabel XI.4.D. Tabel Cash Flow	XI - 10
Tabel XI.4.E. Pay Out Periode	XI - 14
Tabel XI.4.F. Perhitungan discounted cash flow rate of return	XI - 15

DAFTAR GAMBAR

Gambar IX.1 Lay Out Pabrik	IX - 9
Gambar IX.2 Peta Lokasi Pabrik	IX - 10
Gambar IX.3 Lay Out Peralatan Pabrik	IX - 11
Gambar X.1 Struktur Organisasi Perusahaan	X - 14
Gambar XI.1 Grafik BEP	XI - 17

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II – 1
BAB III NERACA MASSA	III – 1
BAB IV NERACA PANAS	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V – 1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII – 1
BAB VIII UTILITAS	VIII – 1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX – 1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI – 1
BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Cement retarder mengandung banyak *calcium sulfate* dan dikenal dengan beberapa nama antara lain : *Plaster of Paris*, *Gypsum Plaster*, atau *Stucco* akan tetapi dari semua nama tersebut mewakili bentuk dari *calcium sulfate* itu sendiri. *Cement retarder (calcium sulfate)* dapat dibuat dengan mengkalsinasi serbuk (*powder*) dari batuan gypsum untuk memisahkan tiga per empat air yang terkandung pada proses kristalisasi.

Industri gypsum dan industri plester sangat dekat hubungannya dengan industri di bidang konstruksi, misalnya pembuatan bahan bangunan. Hal ini dapat dilihat bahwa 90% gypsum digunakan untuk bahan bangunan. Berdasarkan hal tersebut, maka produksi gypsum mengikuti siklus untuk bahan konstruksi. *Calcium sulfate* digunakan sebagai “*filler*” atau bahan tambahan untuk membentuk komposisi cat, kertas, dan lain sebagainya. (*Faith, W.L, Keyes, D.B & Clark, R.L, 1960*)

Calcium sulfate sebagai *retarder* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu pengerasan untuk menghindari *cold joints*. Proses percepatan hidrasi berarti bahwa semen menggunakan sejumlah air untuk hidrasi yang sedianya digunakan untuk memberikan sifat workabilitas. Oleh karena itu, diperlukan air yang lebih untuk mempertahankan nilai *slump* pada tingkat yang diinginkan, yang berarti kuat tekan beton menjadi berkurang. Temperatur yang tinggi, kelembaban yang rendah dan angin menyebabkan penguapan air yang sangat cepat dalam campuran pada saat musim panas. Pengeringan beton ini menimbulkan *cracking* pada permukaan.

([www.google.com/Retarding-Admixture-\(Retarder\)-Teknologi-Bahan-Bangunan.htm](http://www.google.com/Retarding-Admixture-(Retarder)-Teknologi-Bahan-Bangunan.htm))

Sehingga produk ini penting pada kegiatan industri kimia semen dengan nilai komoditas yang relatif ekonomis dan jumlah kebutuhan yang semakin

meningkat setiap tahun seiring pertumbuhan konstruksi di Indonesia menjadi alasan kami untuk merencanakan pabrik cement retarder ini.

Pada pabrik *cement retarder* yang akan direncanakan ini, bahan baku gypsum digunakan gypsum dari kabupaten Tuban Jawa Timur yang merupakan daerah eksplorasi yang masih mengandung deposit gypsum yang banyak.

I.2. Manfaat

Kegunaan terbesar dari *cement retarder* adalah sebagai bahan baku pada proses pembuatan semen Portland dimana *cement retarder* ini digunakan sebagai penghambat atau memperlambat (*retard*) reaksi pengerasan pada semen sehingga membantu proses penyempurnaan campuran semen.

I.3. Aspek Ekonomi

Kebutuhan cement retarder di Indonesia semakin meningkat dengan peningkatan pertumbuhan kapasitas pada bidang industri kimia semen. Kebutuhan cement retarder di Indonesia dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel I.1. Kebutuhan Cement retarder di Indonesia

Tahun	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
2004	43370
2005	46000
2006	50280
2007	50718
2008	55615
2009	59486

Sumber :BPS (Badan Pusat Statistik)

Berdasarkan data tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa kebutuhan *cement retarder* di Indonesia tiap tahun meningkat, sehingga produksi *cement retarder* di Indonesia masih perlu peningkatan untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Berdasarkan tabel di atas, dapat dibuat grafik hubungan antara kebutuhan produk dengan tahun produksi.

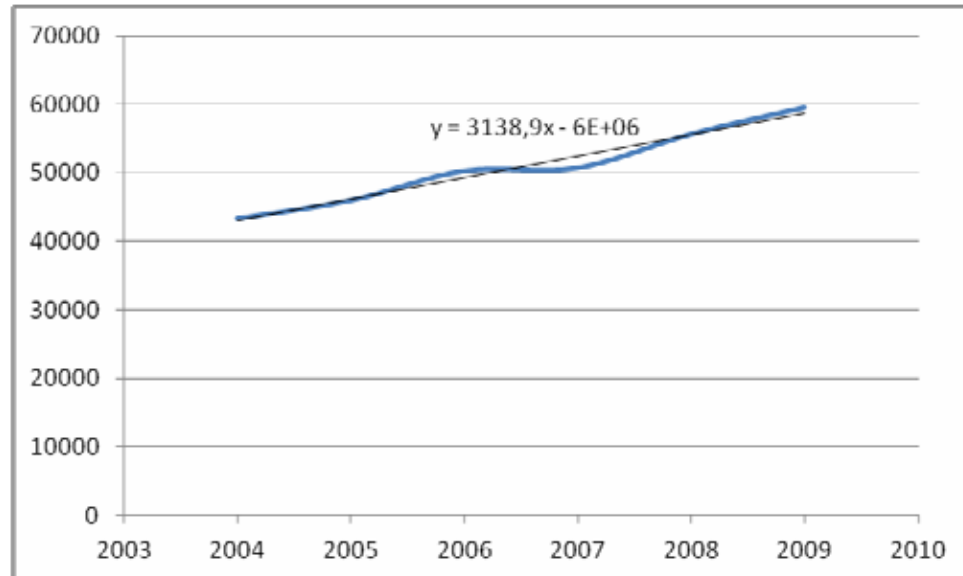


Figure 1 : Grafik kebutuhan cement retarder di Indonesia

Dari grafik di atas, dengan metode regresi linier maka diperoleh persamaan untuk mencari kebutuhan pada tahun tertentu dengan persamaan :

$$Y = 3138 X - 6 \times 10^6$$

Keterangan : Y = Kebutuhan (ton/tahun)

X = Tahun ke-n

Pabrik *cement retarder* ini direncanakan beroperasi pada tahun 2014 sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2014, maka X = 2014.

Kebutuhan pada tahun 2014 :

$$\begin{aligned} Y &= [3138 \times 2014] - 6.10^6 \\ &= 319932 \text{ ton/th} \end{aligned}$$

Untuk kapasitas terpasang pabrik, diambil asumsi 50% dari kebutuhan total, sehingga kapasitas pabrik = 50% x 319932 ton/tahun = 159966 ton/tahun. Sehingga diasumsikan untuk diambil kapasitas sebesar = 160.000 ton/tahun.

I.4. Sifat bahan baku dan produk

Bahan baku :

I.4.1. Gypsum

Formula	: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (kandungan terbesar = 96%)
Berat molekul	: 172.17
Warna	: putih
Bentuk	: batuan monoclonic
Specific gravity	: 2.32
Melting Point	: 128°C
Boiling Point	: 163°C
Solubility, cold water	: 0.223
Solubility, hot water	: 0.257
Solubility, others	: larut dalam alkali

Produk :

I.4.2. Cement retarder

Formula	: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (kandungan terbesar = 99%)
Berat molekul	: 172.17
Warna	: putih
Bentuk	: granular
Specific gravity	: 2.96
Melting Point	: 1450°C
Boiling Point	: 1193°C
Solubility, cold water	: 0.298
Solubility, hot water	: 0.1619
Solubility, others	: larut dalam alkali

I.5. Kegunaan

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1. Industri semen Portland | : 17% ; sebagai retarder |
| 2. Pertanian | : 8,5% ; sebagai bahan pupuk |
| 3. Industri kaca, gigi, plaster | : 2,5% ; bahan campuran |

4. Sementasi : 24% ; bahan campuran

5. Wallboard : 48% ; bahan campuran

(Faith, W.L, Keyes, D.B & Clark, R.L, 1960)

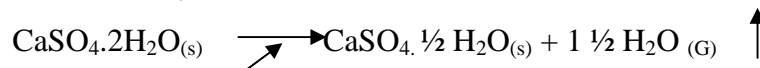
BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

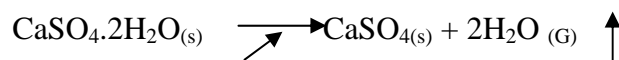
II.1. Macam proses

Pada umumnya proses pembuatan *cement retarder* dilakukan dengan cara kalsinasi batuan gypsum. Untuk produk *cement retarder* dalam bentuk hemihydrate dilakukan dengan kalsinasi pada suhu antara 150⁰C-160⁰C dimana pada suhu 128⁰C gypsum kehilangan 1.5 % molekul air. Reaksi yang terjadi adalah :

(Kirk Othmer, 1962)



Apabila produk yang diinginkan adalah calcium sulfate anhydrate, maka proses kalsinasi gypsum dilakukan pada suhu lebih tinggi. Calcium sulfate anhydrate terdiri dari 2 macam produk yaitu calcium sulfate anhydrate soluble dan calcium sulfate anhydrate insoluble. Untuk calcium sulfate anhydrate soluble proses kalsinasi dilakukan pada suhu 140⁰C sampai dengan 200⁰C. Untuk calcium sulfate anhydrate insoluble dapat diperoleh dengan proses kalsinasi pada suhu 900⁰C selama 1 jam. Reaksi yang terjadi : (Kirk Othmer, 1962)



Pada pembuatan cement retarder dari gypsum ini, proses kalsinasi dapat dibedakan menjadi dua, tergantung pada alat kalsinasi (*calciner*) yang digunakan. Terdapat 2 cara kalsinasi yaitu kalsinasi dengan menggunakan *vertical kiln* dan kalsinasi dengan menggunakan horizontal kiln atau lebih dikenal dengan *rotary kiln*.

A. Kalsinasi dengan Vertikal Kiln

Pada proses ini kalsinasi dilakukan dengan cara mengumpankan gypsum pada bagian atas kiln dan kemudian dihembuskan udara panas dari bagian bawah kiln sehingga terjadi proses kalsinasi secara berlawanan arah. Kondisi operasi pada *vertical kiln* pada tekanan 1 atm dengan suhu operasi 160⁰C dengan waktu tinggal 150 menit (2,5 jam).

B. Kalsinasi dengan Rotary Kiln

Pada proses ini kalsinasi dilakukan dengan cara mengumpankan gypsum pada bagian pemasukan kiln dan kemudian dihembuskan udara panas secara berlawanan arah. Kondisi operasi pada rotary kiln pada tekanan 1 atm dengan suhu operasi 900⁰C dan waktu tinggal 15 - 30 menit.

II.2. Pemilihan proses

Berdasarkan uraian diatas maka proses pembuatan *cement retarder* dapat dilakukan dengan kalsinasi *vertical kiln* maupun *horizontal kiln* dengan perbedaan kondisi operasinya adalah sebagai berikut :

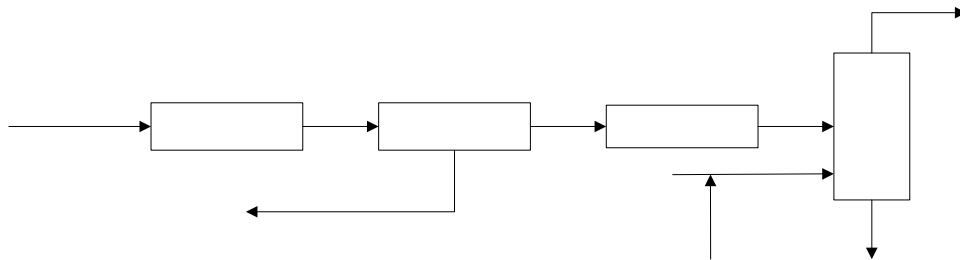
Pembatas	Nama Proses	
	Vertikal	Horizontal
Bahan baku	Gypsum	Gypsum
Operasi	150 menit	15-30 menit
Alat utama	Vertical shaft kiln	Rotary kiln
Ukuran produk	100 mesh	100 mesh
Suhu	160 ⁰ C	900 ⁰ C
Peralatan	Sederhana	Kompleks

Dari tabel diatas dipilih proses pembuatan *cement retarder* dari gypsum dengan proses kalsinasi menggunakan *vertical kiln* dengan factor-faktor :

1. Operasi pabrik sederhana
2. Suhu operasi rendah sehingga utilitas rendah
3. Peralatan lebih sederhana

II.2. Uraian proses

Flowsheet Dasar :



Sumber: (Faith, W.L, Keyes, D.B & Clark, R.L, 1960)

Bahan baku gypsum dengan ukuran 100 mesh (serbuk batuan gypsum) dari gudang dimasukkan pada bin dengan bantuan belt conveyor dan bucket elevator. Gypsum kemudian dimasukkan pada slurry tank untuk dicampur dengan air proses agar impuritis pada gypsum dapat terlarut. Penambahan air proses dilakukan sampai dengan kadar larutan 35% solid. Gypsum kemudian menuju ke vacuum filter untuk pemisahan cake dan filtrat, dimana filtrat berupa impuritis dibuang ke pengolahan limbah, sedangkan cake berupa gypsum diumpankan pada rotary dryer dengan screw conveyor.

Pada rotary dryer, cake dikeringkan pada suhu 100°C dengan bantuan udara panas secara *countercurrent*. Udara dihisap oleh blower dan dipanaskan pada heater. Udara panas dan padatan terikut kemudian dipisahkan oleh *cyclone*, dimana udara panas dibuang ke udara bebas sedangkan padatan yang terpisah secara bersamaan dengan produk bawah rotary dryer dimasukkan ke *vertical shaft kiln* dengan belt conveyor dan bucket elevator.

Pada vertical shaft kiln terjadi proses kalsinasi gypsum menjadi *calcium sulfate hemihydrate* pada suhu 160°C dengan bantuan udara panas yang dibakar oleh *fuel oil*.

Produk *calcium sulfate hemihydrate* kemudian dimasukkan pada cooling conveyor untuk didinginkan dengan suhu 35°C . Produk gas dari *vertical shaft kiln* dan padatan yang terikut dipisahkan pada *cyclone* dimana gas dibuang ke pengolahan limbah gas (karena masih mengandung *fly ash*) sedangkan padatan

dimasukkan pada cooling conveyer untuk didinginkan dengan suhu 35°C. Calcium sulfat kemudian dimasukkan menuju ke granulator.

Pada granulator, *calcium sulfate hemihydrate* kemudian digranulasi dengan penambahan air proses. Granular cement retarder kemudian dimasukkan pada ball mill dengan bantuan screw conveyer dan bucket elevator.

Pada ball mill produk kemudian dihaluskan sampai dengan ukuran 100 mesh, kemudian disaring pada screen. Produk oversize berukuran (lebih dari 100 mesh) dimasukkan kembali ke ball mill sedangkan produk undersize (berukuran 100 mesh) ditampung pada silo sebagai produk cement retarder yang seragam.
(*Kirk Othmer, Vol. 4 :440*)